

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number : 05-040011

(43) Date of publication of application : 19.02.1993

(51) Int.Cl.

G01B 9/02

(21) Application number : 03-196574

(71)Applicant : OLYMPUS OPTICAL CO LTD

(22) Date of filing : 06.08.1991

(72) Inventor : TOKUHASHI ARINORI

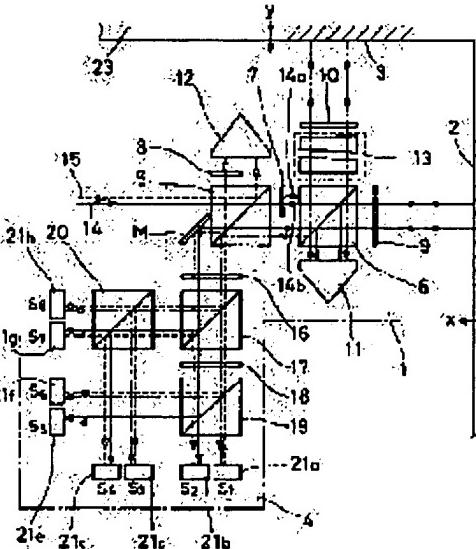
**(54) GAUGE INTERFEROMETER**

(57) Abstract:

**PURPOSE:** To reduce the number of parts used for a gauge interferometer and make the constitution of the interferometer compact by photoelectrically detecting two luminous fluxes split through a polarization beam splitter after the fluxes are reflected by an x- and y-axis movable mirrors and respectively superimposed upon reference light through beam splitters.

**CONSTITUTION:** The p-polarized component 14 made incident to an interference optical system 1 advances toward an x-axis movable mirror 2 after the component 14 passes through a polarization beam splitter(PBS) 5 and its plane of vibration is rotated by  $45^\circ$  by means of a  $\pi/4$  rotator 7. The luminous flux reflected by the mirror 2 is again reflected by a mirror M after passing through

PBSs 5 and 6 and advances toward a signal detecting optical system 4. Another luminous flux reflected by a y-axis movable mirror 3 is made incident to a corner cube 11 after it is transformed into p- polarized light and passed through the PBS 6. The reflected luminous flux again advances toward the mirror 3 and the returned luminous flux advances toward the optical system 4 after it is reflected by the PBSs 6 and 5. On the other hand, the s-polarized light component 15 advances as reference light and its reflected light is superimposed upon object light from the mirror through a  $\pi/4$  rotator 8. As a result, a buffer signal is detected.



---

**LEGAL STATUS**

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19)日本国特許庁 (JP)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-40011

(43)公開日 平成5年(1993)2月19日

(51)Int.Cl<sup>5</sup>

C01B 9/02

案別記号

序内整理番号

F I

技術表示箇所

9206-2F

審査請求 未請求 請求項の数1(全6頁)

(21)出願番号 特願平3-196574

(22)出願日 平成3年(1991)8月6日

(71)出願人 000000376

オリンパス光学工業株式会社

東京都渋谷区恵谷2丁目43番2号

(72)発明者 堀越 有紀

東京都渋谷区恵谷2丁目43番2号 オリ  
ンパス光学工業株式会社内

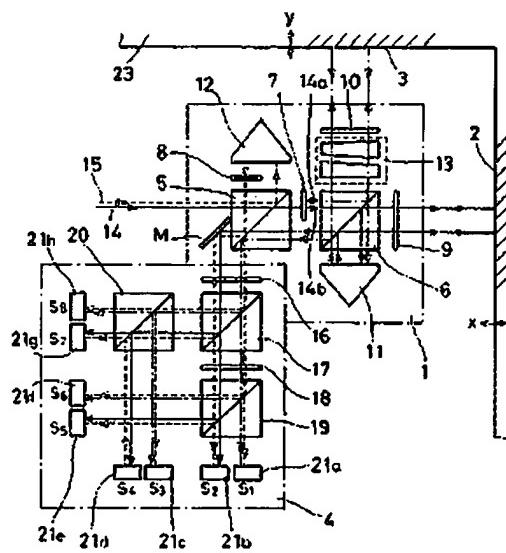
(74)代理人 弁理士 藤原 泰司 (外1名)

(54)【発明の名称】干渉測長器

## (57)【要約】

【目的】測定頭微鏡や座標測定器等に使用されるx yステージの移動量を測定する干渉測長器に関するもので、部品点数が少なくて、テーブルの構成をコンパクトにすることができる。

【構成】x yステージに設けられたx、y方向を向く一対の反射部材(ミラー)と、レーザー光源(14、15)と、該レーザー光源からの光を第一、第二の束に二分割するビームスプリッタ(5)と、更に第一の光束を第一、第二の偏光成分に分けてそれぞれx、y方向に向いた反射部材に向ける偏光ビームスプリッタ(6)と、前記第二の光束の一部と第一の偏光成分とを干渉させる干渉光路(11)と、前記第二の光束の他の一部と第二の偏光成分とを干渉させる干渉光路(12)とを備えた干渉光学系(1)、及び前記両干渉パターンを受け干渉信号(S)を検出する干渉信号検出部(4)から構成される。



(2)

特開平5-40011

1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 x、yの二軸方向に移動可能な対象物の移動距離を測定する干渉測長器において、前記対象物に取り付けたx方向およびy方向を向いた反射部材と、レーザー光源と、該レーザー光源からの光を第一、第二の光束に二分割するビームスプリッタと、前記第一の光束を第一、第二の偏光成分に分け、第一、第二の偏光成分をそれぞれx方向、y方向を向いた反射部材に向ける偏光ビームスプリッタと、前記第二の光束の一部と第一の偏光成分とを干渉させる干渉光路と、前記第二の光束の他の一部と第二の偏光成分とを干渉させる干渉光路とを備えた干渉光学系、および前記両干渉パターンを受け干渉信号を検出する干渉信号検出部とよりなることを特徴とする干渉測長器。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、測定頭微鏡や座標測定器等に使用されるx yステージ等の対象物の移動量を測定する干渉測長器に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】従来、x yステージの二軸方向の移動量を測定する器具としては、図(5)に示されるようなものがある。xyステージ(23)はテーブル(25)上をx、y方向に移動できるようになっており、その可動範囲は、図示された如く点線で囲まれた範囲である。ステージ(23)には移動ミラー(34)、(41)が設置されている。この測長器は、レーザー光源(30)、ハーフミラー(31)、x軸測長部(47)、y軸測長部(48)で構成される。各測長部は偏光ビームスプリッタ(以後PBSと略す)(32)、(39)、λ/4板(33)、(40)、信号検出器(37)、(44)及び、入射光の方向如何を問わず入射方向と平行に反射する光学素子であるコーナーキューブ(35)、(36)、(42)、(43)から構成されている。

【0003】光源(30)から発せられた光束はハーフミラー(31)により、反射する光束(45)と透過する光束(46)に二分割される。光束(45)は前記PBS(32)に入射し、その入射光の中のp偏光成分は、PBS(32)とλ/4板(33)を透過して円偏光に変換され、更に進んで移動ミラー(34)により反射され、その光束は再びλ/4板(33)によりs偏光に変換され、更にコーナーキューブ(35)とPBS(32)により反射して、再び移動ミラー(34)へ向かうことになる。そしてこの移動ミラー(34)で反射された光束はλ/4板(33)によりy偏光に戻り、PBS(32)を透過して信号検出器(37)に入射する。

【0004】一方、光束(45)の内s偏光成分はPBS(32)で反射してお膳用のコーナーキューブ(36)

2

で再度反射するが、この時、前記移動ミラー(34)からの光束と重なり合って信号検出器(37)へ向かい、ここで干渉信号が検出されることになる。以上の過程でx軸方向の測長がなされる。

【0005】前記ハーフミラー(31)で二分されたもう一方の光束(46)はミラー(38)で反射されPBS(39)に入射し、入射光内のs偏光成分はPBS(39)で反射してλ/4板(40)を透過して円偏光に変換され、移動ミラー(41)で反射した後、λ/4板(33)を通過してp偏光に変換され、PBS(39)を透過してコーナーキューブ(43)に入射する。コーナーキューブ(43)で反射した光束は再び移動ミラー(41)へ向かい、戻ってきた光はλ/4板(40)を透過してs偏光に戻り、PBS(39)で反射して信号検出器(44)に入射する。

【0006】更に光束(46)のうちp偏光成分は、PBS(39)を通過してコーナーキューブ(42)で反射した後、PBS(39)で移動ミラー(41)からの光束と重なり合い、信号検出器(44)において干渉信号が検出されることで、y軸方向の測長がなされる。

【発明が解決しようとする課題】然しつつ従来のこの様な測長方法では、x軸、y軸の測長をそれぞれ別個に行うために、少なくとも二組の干渉部と2組の信号検出部(37、44)が必要となり、このため部品点数が増加し、スペースを広くとる必要があった。本発明は上記従来の欠点を解消し、部品点数が少なくて済み、テーブルの構成をコンパクトにすることが出来るx yステージ用の二軸干渉測長器を提供することを目的とする。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、本発明による干渉測長器は、x、yの二軸方向に移動可能な対象物の移動距離を測定する干渉測長器において、前記対象物に取り付けたx方向およびy方向を向いた反射部材と、レーザー光源と、該レーザー光源からの光を第一、第二の光束に二分割するビームスプリッタと、前記第一の光束を第一、第二の偏光成分に分け、第一、第二の偏光成分をそれぞれx方向、y方向を向いた反射部材に向ける偏光ビームスプリッタと、前記第二の光束の一部と第一の偏光成分とを干渉させる干渉光路と、前記第二の光束の他の一部と第二の偏光成分とを干渉させる干渉光路とを備えた干渉光学系、および前記両干渉パターンを受け干渉信号を検出する干渉信号検出部とよりなることを特徴とするものである。

## 【0008】

【作用】偏光ビームスプリッタで分割された二光束がそれぞれx、y軸方向移動ミラーで反射され、ビームスプリッタで別々に前記各照光と重ね合わせられた後、各々前記干渉信号検出部を通して光電検出される。

111191

(3)

3

図1は、 $x$ 軸、 $y$ 軸の二軸方向の測長を、一組の干渉計と信号検出部とで同時に実行することのできる本発明による干渉測長器の一実施例の概略を示す平面図である。

【0010】本干渉測長器は、干渉光学系(1)、 $x$ 軸移動ミラー(2)、 $y$ 軸移動ミラー(3)、信号検出光学系(4)から構成され、 $x$ 軸、 $y$ 軸の両方向に移動可能なステージ(対象物)に対して応用されるものである。

【0011】更に、上記干渉光学系(1)は偏光ビームスプリッタ(5)、(6)と $\pi/4$ ローテータ(7)、(8)と $\lambda/4$ 板(9)、(10)とコーナーキューブ(11)、(12)及び光路矯正光学系(13)とから構成される。

【0012】先ず、図示しない光源から発せられた可干渉性の直線偏光(14)は干渉光学系(1)に入射する。この入射光のうち $p$ 偏光成分(14)は偏光ビームスプリッタ(以後PBSと略す)(5)を透過し、 $\pi/4$ ローテータ(7)により振動面の向きが $45^\circ$ 回転する。 $\pi/4$ ローテータ(7)を透過して振動面の向きが回転した光束(14)のうち $p$ 偏光成分(14b)は、PBS(6)を透過して $\lambda/4$ 板(9)を通り、円偏光に変換され、 $x$ 軸方向に移動するミラー(2)へ向かう。 $x$ 軸移動ミラー(2)で反射した光束は再び $\lambda/4$ 板(9)を透過して $s$ 偏光に変換され、PBS(6)で反射後コーナーキューブ(11)に入射する。コーナーキューブ(11)で反射した光束はPBS(6)で反射し、再度 $x$ 軸移動ミラー(2)との間を往復する。戻ってきた光束は $\lambda/4$ 板(9)で $p$ 偏光に戻り、PBS(6)、PBS(5)を透過しミラーMで反射され信号検出光学系(4)へと向かう。

【0013】光束(14)のうち他方の $s$ 偏光成分(14a)は、PBS(6)で反射して光路矯正光学系(13)、 $\lambda/4$ 板(10)を透過し、円偏光となって $y$ 軸移動ミラー(3)へ向かう。ここで、光路矯正光学系(13)は、光束(14a)が $y$ 軸移動ミラー(3)の適当な位置に、 $y$ 軸に平行に入射するように光束の方向を変える働きをするものであって、本実施例ではウェーブ基盤を使用している。

【0014】 $y$ 軸移動ミラー(3)で反射した光束は $\lambda/4$ 板(10)で $p$ 偏光に変換され、光路矯正光学系(13)、PBS(6)を透過してコーナーキューブ(11)に入射する。コーナーキューブ(11)で反射した光束は再度 $y$ 軸移動ミラー(3)へ向かい、戻ってきた光束は $s$ 偏光となってPBS(6)、PBS(5)で反射され信号検出光学系(4)へと向かう。

【0015】一方、前記干渉光学系(1)に入射した光束のうちの $s$ 偏光成分(15)はPBS(5)で反射して、参照光としてコーナーキューブ(12)に向かう。コーナーキューブ(12)で反射した光束は $\lambda/4$ ローテ

特開平5-40011

4

(5)で二分されて $s$ 偏光成分は $x$ 軸移動ミラー(2)からの物体光と重ね合わせられ、干渉信号が検出される。

【0016】同様に、 $p$ 偏光成分は $y$ 軸移動ミラー(3)からの物体光と重ね合わせられ、干渉信号が検出される。

【0017】以下、本実施例の信号検出方法を説明する。信号検出光学系(4)は、 $\lambda/4$ 板(16)、ビームスプリッタ(BSと略す)(17)、 $\pi/4$ ローテータ(18)、PBS(19)、(20)、フォトディテクタ(PD)(21a)～(21h)から構成される。

【0018】参照光の $s$ 偏光成分と $x$ 軸移動ミラー(2)からの物体光はPBS(5)で重ね合わせられた後、ミラー(M)で反射し、 $\lambda/4$ 板(16)を透過して互いに逆回りの円偏光に変換され、BS(17)で二分割される。このうちBS(17)で反射された光束は更に、PBS(20)で $s$ 偏光成分と $p$ 偏光成分に分けられ、それぞれPD(21d)、(21g)に入射して干渉信号S4及びS7が検出される。PD(21d)。

29 (21g)への入射光は各々の振動面の向きが $90^\circ$ 違うため、 $S4 = 1 + \sin(\phi, -\psi\gamma)$ とすれば、 $S7 = 1 - \sin(\phi, -\psi\gamma)$ となり、干渉信号S4とS7の位相差は $\pi$ になる。尚、ここで $\phi$ は $x$ 軸移動ミラー(2)からの光の位相、 $\psi\gamma$ は参照光の位相である。

【0019】一方、BS(17)を透過した光束は $\pi/4$ ローテータ(18)を透過してPBS(19)で $p$ 偏光成分と $s$ 偏光成分に分けられ、夫々PD(21b)、(21e)に入射して干渉信号S2及びS5が検出される。これはPBS(19)をの回りに $45^\circ$ 回転させて

30 信号検出したと考えても良い。従ってPD(21d)への入射光に対してPD(21b)への入射光は振動面の向きが $45^\circ$ ずれているのと同じことになり、干渉信号 $S2 = 1 + \cos(\phi, -\psi\gamma)$ 、 $S5 = 1 - \cos(\phi, -\psi\gamma)$ となるので、干渉信号S4とS2の位相差は $\pi/2$ となる。ここで干渉信号S5とS2の位相差は $\pi$ であるから、結局 $0, \pi/2, \pi, 3\pi/2$ の4個の信号が得られる。更に干渉信号S2-S5、干渉信号S4-S7を検出すれば、DC成分の無い二相信号が得られ、移動の向きを含めた $x$ 軸方向の測長が可能になる。

40 【0020】 $y$ 軸移動ミラー(3)からの物体光と参照光の $p$ 偏光成分もPBS(5)で重ね合わせられた後、同様にして干渉信号S1、S3、S6、S8が検出され、 $y$ 方向の測長が可能になる。 $y$ 軸方向に関しては、干渉信号 $S1 = 1 + \cos(\phi, -\psi\gamma)$ 、 $S3 = 1 + \sin(\phi, -\psi\gamma)$ 、 $S6 = 1 - \cos(\phi, -\psi\gamma)$ 、 $S8 = 1 - \sin(\phi, -\psi\gamma)$ となる。ここで $\phi$ は $y$ 軸移動ミラー(3)からの光の位相である。

【0021】図(2)は干渉測長器(22)を用いて $x$ スチーリング(23)の試験面を測定する場合の様子を示

(4)

特開平5-40011

5

ステージ(23)と一体的に移動可能なようにx yステージ(23)の上に載っており、x軸移動ミラー(2)、y軸移動ミラー(3)はこのx yステージ(23)に設置されている。またx yステージ(23)はテーブル(25)の上をx y方向に移動可能になっている。測長器(22)はテーブル(25)の内側にx、y軸の測定光軸の延長が視野の中央を通って夫々の移動ミラー(2)、(3)に当たるように配置、固定されている。x yステージ(23)としては、x y方向の何れの方向にも移動可能な機構とする必要は無く、常にxまたはyの一方のみ移動可能なステージを二段重ね合わせて、その上にミラーを設置した試料台(24)を重ねたものであってもよい。またx、yの二段に分かれたステージの移動を直接測定することも勿論可能である。

【0022】図(3)、図(4)に第二の実施例を示す。この実施例では横方向(平面)のスペースを出来るだけ省略すべく、干渉光学系(1)や信号検出光学系(4)を縦型に構成し、入射光を下方から導り入れるようにしたもので、構成は第一実施例の場合と略同様であるがxステージ(26)、yステージ(27)はそれぞれx軸、y軸方向にのみ移動可能なステージを使用し、光路補正光学系(13)にはx軸、y軸方向それぞれに直角プリズム(13a)、(13b)を用いている。

【0023】以上の第一、第二実施例において、コーナーキューブ(11)、(12)はキャップアイに置き換えることも可能であり、またステージが安定していて上下方向の振れが少ない場合は、直角プリズムを使用してもよい。尚 $\pi/4$ ローテータ(7)、(8)は、 $\lambda/2$ 板または $\lambda/4$ 板を使用することも可能である。

【0024】また、本実施例では、ミラー移動方向を換出するために偏光を利用して位相を $\pi/2$ ずらせた信号を得ている。このため必然的に干渉光学系1の構成部品に偏光ビームスプリッタを使用しているが、信号検出方法としてのヘテロダイン法などを用いることも可能である。その場合には偏光用ではなく普通のビームスプリッタを使用することができ、これにより偏光の変換素子も不要となり、 $\pi/4$ ローテータ(7)、(8)は不要となる。

【0025】【発明の効果】入射光を分割してx軸、y軸方向の測長器を一組の干渉光学系と信号検出光学系とで行うために、素子数を削減でき、スペースを可及的に小さくする

6

ことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明によるx yステージ移動量を測定する干涉測長器の概略平面図である。

【図2】同上ステージと測長部との関係位置を示す斜視図である。

【図3】第二実施例による干涉測長器の要部斜視図である。

【図4】第二実施例によるステージと測長部の相対位置を示す斜視図である。

【図5】本発明を使用しない従来のステージ移動量測定装置の構成を示す平面概略図である。

【符号の説明】

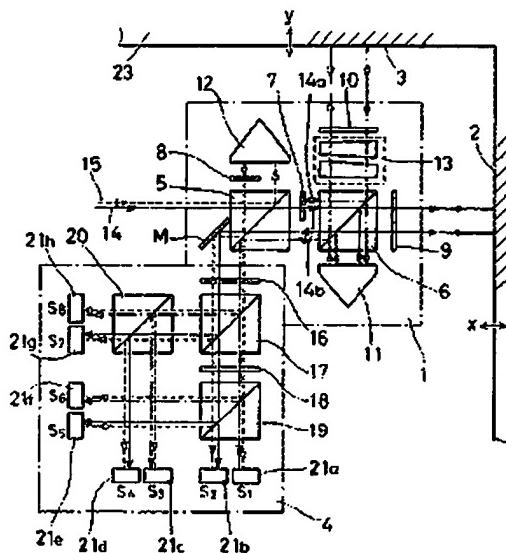
- 1 干渉光学系
- 2 x軸移動ミラー
- 3 y軸移動ミラー
- 4 信号検出光学系
- 5 偏光ビームスプリッタ(PBS)
- 6 偏光ビームスプリッタ(PBS)

- 7  $\pi/4$ ローテータ
- 8  $\pi/4$ ローテータ
- 9  $\lambda/4$ 板
- 10  $\lambda/4$ 板
- 11 コーナーキューブ
- 12 コーナーキューブ
- 13 光路補正光学系
- 14 光束(14a、14b)
- 15 光束
- 16  $\lambda/4$ 板
- 17 ビームスプリッタ(BS)
- 18  $\pi/4$ ローテータ
- 19 偏光ビームスプリッタ(PBS)
- 20 偏光ビームスプリッタ(PBS)
- 21 フォトディテクタ(21a~21h)
- 22 測長器
- 23 ステージ
- 24 試料台
- 25 テーブル
- 26 xステージ
- 27 yステージ
- M ミラー
- S 干渉信号(S1~S8)

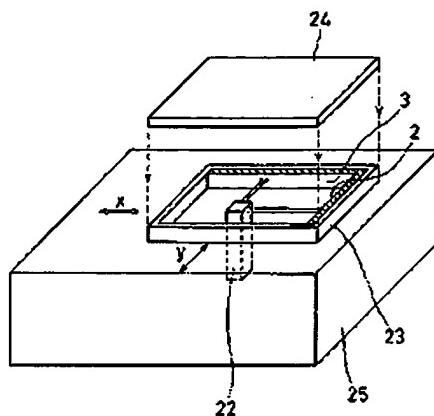
(5)

特開平5-40011

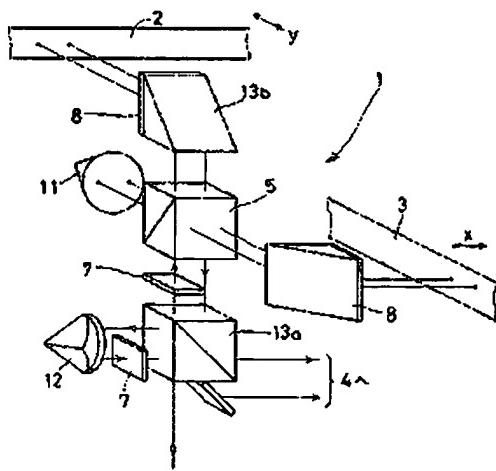
[图1]



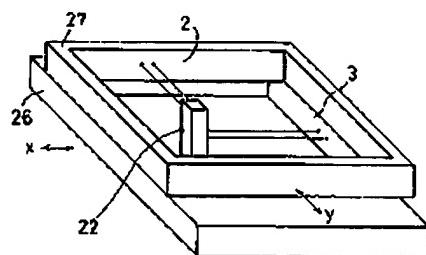
[图2]



[ 3]



[図4]



(5)

特開平5-40011

[図5]

